

В.Н. Савосько

ГИДРОТЕХНОГЕННОЕ НАКОПЛЕНИЕ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ КРИВБАССА

В.М. Савосько

Криворізький ботанічний сад НАН України

ГИДРОТЕХНОГЕННЕ НАКОПИЧЕННЯ РУХОМИХ ФОРМ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ҐРУНТАХ КРИВБАСУ

У ґрунтах, прилеглих до хвостосховищ Кривбасу, спостерігається накопичення та вилугування рухомих форм важких металів. Найбільш небезпечна екологічна ситуація має місце у зоні впливу хвостосховища ІнГЗКу, де в ґрунтах заплави вміст свинцю, цинку та кадмію в 2,9–14,8 вищий, ніж у контрольному варіанті.

Ключові слова: важкі метали, ґрунт, Кривбас, накопичення, вилугування.

V.N. Savosko

Kryvov Rog Botanical Gardens NAS of Ukraine

HYDROTECHNOGENIC ACCUMULATION OF MOBIL FORMS OF HEAVY METALS IN KRIVBASS' SOILS

In the soils around tailing pound of Krivbass there is an accumulation and leaching of mobile forms of heavy metals. The most dangerous situation develops in an affected area of InGOK tailing pound, where in the soil of the bottomland of the r. Ingulec the content of lead, cadmium and zinc in 2,92–14,75 times is higher than control.

Keywords: heavy metals, soil, Kryvbass, accumulation, leaching.

В настоящее время в крупных промышленных регионах отмечается напряженная экологическая ситуация, в значительной мере обусловленная интенсивным поступлением тяжелых металлов в окружающую среду и их накоплением в почвах (Алексеев, 1987; Васильев, Тудель, 2000). Основными источниками этих поллютантов являются пылевые выбросы промышленных предприятий (Алексеев, 1987; Тютюник, Ткаченко, 1995). Однако в горнорудных регионах наличие хвостохранилищ вызывает дополнительное гидротехногенное поступление тяжелых металлов в почвы (Тютюник, Ткаченко, 1995; Савосько, 1995, 1998).

Хвостохранилища представляют собой места складирования отходов обогащения железной руды, в составе которых преобладают кварц, бедные сростки кварца с гематитом, магнетиты, а среди химических элементов доминируют оксид кремния (58–61 %) и железо (12–14 %). Вода хвостохранилищ характеризуется высоким уровнем минерализации (до 10–12 г/л) и повышенным содержанием тяжелых металлов (Васильев, Тудель, 2000; Саворский, 1991). Вследствие того что хвостохранилища возвышаются над местностью, происходит миграция тяжелых металлов в грунтовые воды прилегающих территорий. Одновременно имеет место повышение уровней залегания этих вод и даже образование новых техногенных водоносных горизонтов. Повышение уровня грунтовых вод происходит столь существенно, что металлы по капиллярной кайме поступают в почвенные горизонты (Васильев, Тудель, 2000; Савосько, 1995, 1998).

В связи с вышеизложенным целью нашей работы явилось изучение гидротехногенного накопления тяжелых металлов в почвах горнорудного региона.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В качестве объекта исследований были выбраны почвы территорий, прилегающих к хвостохранилищам Северного и Ингулецкого горнообогатительных комбинатов (СевГОК и ИнГОК), которые находятся в Криворожском железорудном бассейне (Кривбасс).

Хвостохранилище СевГОКа занимает площадь 1200 га, где в настоящее время накоплено около 420 млн куб. м отходов обогащения. Его безвозвратные фильтрационные потери находятся на уровне 0,5–0,6 млн куб. м. Хвостохранилище ИнГОКа имеет меньшую площадь – около 550 га, и в нем заскладировано 260 млн куб. м отходов обогащения. Однако ежегодные безвозвратные потери хвостохранилища ИнГОКа в 4–5 раз больше, чем аналогичный показатель по хвостохранилищам СевГОКа, и составляют 2,8 млн куб. м.

Почвенный покров исследованных территорий представлен черноземом обыкновенным (зона влияния хвостохранилища СевГОКа); черноземом южным и почвами пойм (зона влияния хвостохранилища ИнГОКа). Контролем служили почвы территорий локальных фоновых участков, расположенных вне зоны техногенного влияния комбинатов, но одновременно находящихся в пределах природной геохимической аномалии Кривбасса.

Для достижения поставленной цели нами было заложено 15 почвенных разрезов: 3 – на фоновых контрольных территориях и 12 – на загрязненных. Для химического анализа было отобрано 184 почвенных образцов: 41 – на фоновых территориях и 143 – на загрязненных.

Исследовались подвижные кислоторастворимые формы следующих тяжелых металлов: железа, марганца, цинка, никеля, меди, свинца, кадмия. Вытяжку получали путем сжигания навески почвы в однонормальной азотной кислоте (соотношение почва : раствор – 1 : 10) (Алексеев, 1987). Определение содержания металлов выполнялось на атомно-адсорбционном спектрофотометре ААС-30 фирмы Karl Ceis Jena.

Сравнение содержания тяжелых металлов в почвах между загрязненными зонами и контролем проводилось по генетическим горизонтам. В черноземах обыкновенных и южных выделялись следующие почвенные горизонты: гумусовый аккумулятивный (*A*); гумусовый переходный (*AB*); иллювиальный (*B*); иллювиальный переходный (*BC*).

Полученные результаты обрабатывались методами вариационной статистики. Различия между загрязненными и контрольными зонами оценивались по критерию Стьюдента (Лакин, 1990).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ полученных данных показал, что содержание железа в гумусовом, иллювиальном и иллювиальном переходном почвенных горизонтах черноземов обыкновенных и южных на 25–80 % выше, чем на контрольных территориях (рис. 1 и 2). Распределение подвижных форм марганца в исследованных почвах существенно различается. Так, в горизонтах *AB* и *BC* чернозема обыкновенного его содержание на 30 % выше, чем в почве фоновых территорий (рис. 1), а в горизонтах *A* и *B* чернозема южного концентрации металла на 25–40 % ниже (рис. 2). В почвах поймы р. Ингулец, в зоне подтопления водами хвостохранилища ИнГОКа содержание марганца на 45 % выше, чем на контрольных участках (рис. 3).

Содержание подвижных форм цинка в самом глубоком иллювиальном переходном горизонте чернозема обыкновенного на 80 % превышает фоновые значения (рис. 1). В почвах, прилегающих к ИнГОКу, выявлена более интенсивная техногенная аккумуляция этого металла. Так, в черноземе южном его концентрация в 1,4–6,3 раза выше, чем на контрольных участках (рис. 2). Наибольшие уровни накопления цинка выявлены в пойменных почвах, где содержание металла в 14,8 раза превышает среднее значение контрольного участка (рис. 3).

Как видно из рис. 1 и 2, концентрации никеля в иллювиальном горизонте чернозема обыкновенного, а также в гумусовом горизонте чернозема южного соответственно на 45 и 20 % выше, чем на уровнях локального фона.

В черноземе южном содержание подвижных форм меди и свинца во всех почвенных горизонтах в среднем на 45 % ниже контрольных значений (рис. 2). В черноземе обыкновенном выщелачивание меди наблюдается в гумусовых горизонтах *A* и *AB*, где ее концентрация на 25–35 % ниже фоновых значений (рис. 1). В отличие от чернозема обыкновенного и южного в почвах поймы р. Ингулец происходит накопление меди и свинца. Содержание металлов в этих почвах в 1,7–2,9 раза выше контрольных значений (рис. 3).

Полученные данные свидетельствуют о том, что в гумусовом переходном горизонте чернозема обыкновенного содержание подвижных форм кадмия на 75 % выше, чем в почве контрольного варианта, в то время как в иллювиальном горизонте этих же почв концентрация металла на 20 % ниже фоновых значений (рис. 1). Гидротехногенное воздействие ИнГОКа практически не оказывает влияния на распределение кадмия в черноземе южном. Только в горизонте *AB* данных почв выявлено незначительное накопление металла, где его содержание на 15 % выше по сравнению с контролем (рис. 2). В почвах

поймы происходит более интенсивное накопление подвижных форм кадмия. Концентрация металла в 3,2 раза превышает значения локального фона (рис. 3)

Таким образом, в почвах территорий, прилегающих к хвостохранилищам горно-обогатительных комбинатов, содержание подвижных форм всех исследованных тяжелых металлов приобретает техногенный характер. При этом антропогенное влияние обуславливает как накопление, так и выщелачивание металлов.

В черноземах обыкновенных в зоне влияния хвостохранилища СевГОКа отмечается аккумуляция подвижных форм железа, марганца, цинка. В то же время содержание меди и свинца в этих почвах ниже значений, выявленных на территории контрольного участка, т. е. имеет место выщелачивание этих металлов.

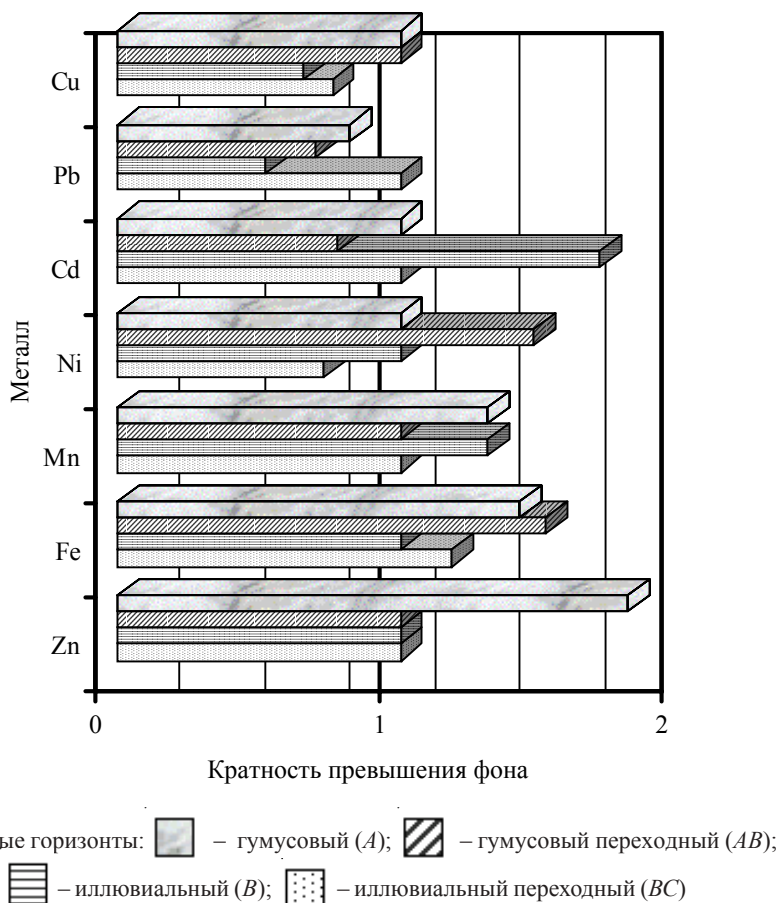


Рис. 1. Гидротехногенное накопление тяжелых металлов в черноземах обыкновенных

Для черноземов южных техногенная аккумуляция характерна для железа, цинка и кадмия, тогда как техногенное выщелачивание – для меди и свинца. Статистически доказано, что в черноземах обыкновенном и южном никель может как накапливаться, так и вымываться из почвенных горизонтов. В почвах поймы р. Ингулец в зоне влияния хвостохранилища ИнГОКа содержание железа и цинка находится на одном уровне с фоновыми значениями. Содержание остальных металлов (марганца, цинка, меди, свинца и кадмия) выше по сравнению с контролем, т. е. в этих почвах техногенное влияние обуславливает только накопление металлов.

С морфологическими различиями почвенных генетических горизонтов связано распределение подвижных форм тяжелых металлов. Установлено, что железо и цинк как в черноземах обыкновенных, так и в черноземах южных более интенсивно накапливаются в нижних горизонтах почвы (иллювиальном и иллювиальном переходном). Этот процесс косвенно указывает на гидротехногенный характер поступления названных металлов, которое осуществляется с восходящим током грунтовых вод. В переходных гумусовых горизонтах черноземов обыкновенных и южных выявлены максимальные уровни техногенного выщелачивания металлов.

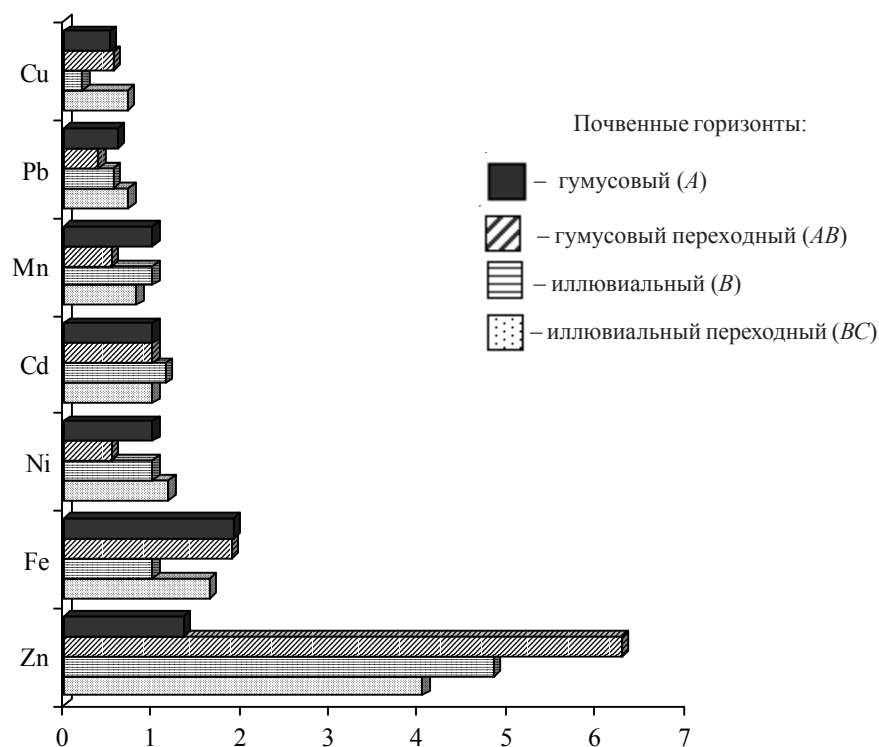


Рис. 2. Гидротехногенное накопление тяжелых металлов в черноземах южных

Сравнивая выявленные закономерности распределения гидротехногенных тяжелых металлов в различных типах исследованных почв, необходимо отметить, что на территории ИнГОКа по сравнению с участками СевГОКа накапливается тяжелых металлов значительно больше. Так, уровни накопления и выщелачивания большинства металлов в черноземах южных (зона влияния ИнГОКа) выше, чем в черноземах обыкновенных (зона влияния СевГОКа). К сказанному необходимо добавить, что техногенное воздействие затрагивает все почвенные горизонты чернозема южного, т. е. весь его почвенный профиль.

Наиболее неблагоприятная ситуация, обусловленная гидротехногенным накоплением подвижных форм металлов, наблюдается в пойменных почвах р. Ингулец, которые подтапливаются хвостохранилищем ИнГОКа. Как нами ранее отмечалось, в этих почвах статистически достоверно установлено накопление тяжелых металлов. Так, содержание марганца в 1,44 раза, меди – в 1,73 раза, свинца – в 2,92 раза, кадмия – в 3,21 раза, цинка – в 14,75 раза выше значений контрольного участка, который от загрязненных почв отделен только рекой. В отдельных местах, где отмечается выход грунтовых вод на дневную поверхность, содержание цинка в 100 раз может превышать контрольные значения.

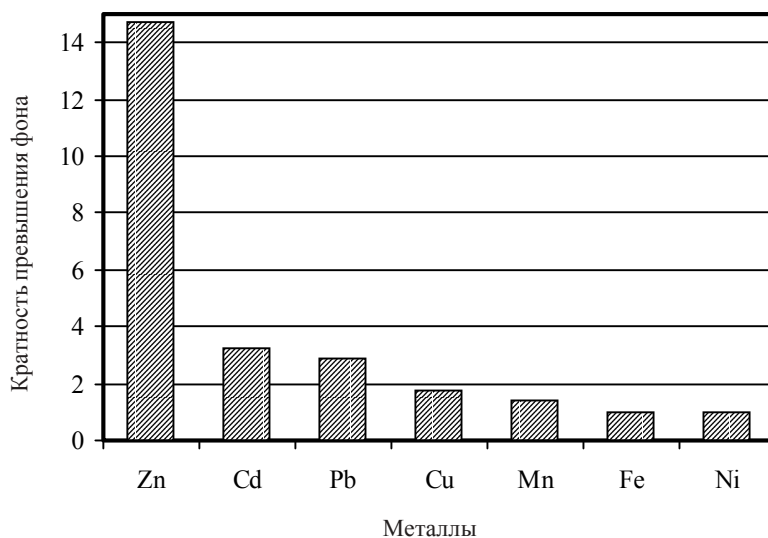


Рис. 3. Гидротехногенное накопление тяжелых металлов в почвах поймы

ВЫВОДЫ

1. Гидротехногенное влияние хвостохранилищ горнообогатительных комбинатов обуславливает в почвах прилегающих территорий как накопление, так и выщелачивание подвижных форм тяжелых металлов.

2. Во всех типах исследованных почв для железа и цинка характерно их гидротехногенное накопление, для никеля, марганца, свинца, меди и кадмия – накопление и выщелачивание.

3. Максимальные уровни гидротехногенной аккумуляции установлены для цинка. Содержание металла выше контрольных значений в черноземе обыкновенном – в 1,8 раза, в черноземе южном – в 1,4–6,3 раза, в почвах поймы – в 14,8 раза.

4. Наиболее неблагоприятная экологическая ситуация складывается в зоне влияния хвостохранилища ИнГОКа, где в почвах поймы р. Ингулец содержание марганца, меди в 1,8, свинца – в 2,9, кадмия – в 3,2, цинка – в 40 раз превышает контрольные значения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях. – Ленинград: Агропромиздат, 1987. – 142 с.

Васильев А.Н., Тудель Н.Н. Технологии предупреждения распространения тяжелых металлов в окружающей среде // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2000. – № 2. – С. 36-44.

Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высш. шк., 1990. – 352 с.

Саворский И.К. Комплексная программа охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов Кривбасса // Тр. науч.-практ. конф. «Экология и здоровье». – Кривой Рог: НИГРИ, 1991. – С. 7-12.

Савосько В.Н. Некоторые аспекты влияния хвостохранилищ на прилегающие территории // Тез. докл. науч.-практ. конф. «Актуальные вопросы гигиены, физиологии труда и профпатологии в промышленности». – Кривой Рог: Криворожский НИИ гигиены труда и профзаболеваний, 1995. – С. 136.

Савосько В.Н. Геохимическая трансформация природных ландшафтов под влиянием горнообогатительного комбината // Людина в ландшафті ХХІ століття: гуманізація географії. Проблема постнекласичних методологій: Зб. наук. праць. – К., 1998. – С. 147-150.

Тютюнник Ю., Ткаченко Н. Геохімічний вплив гірничозбагачувальних комбінатів Кривбасу на навколишнє середовище // Ойкумена. – 1995. – № 1. – С. 133-139.

Надійшла до редколегії 14.11.02